



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 38 055 A 1**

⑤ Int. Cl. 8:
F23 D 17/00
F 23 D 14/62
F 23 D 1/00

⑳ Aktenzeichen: 197 38 055.7
㉑ Anmeldetag: 1. 9. 97
㉒ Offenlegungstag: 2. 4. 98

DE 197 38 055 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉓ Anmelder:
Köhne, Heinrich, Dr.-Ing., 52072 Aachen, DE

㉔ Erfinder:
Köhne, Heinrich, 52072 Aachen, DE; Kleine Jäger,
Frank, 52146 Würselen, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrahler der Verbrennungsluft eines Brenners

⑤⑦ Bei Brennern für flüssige, gas- und/oder staubförmige Brennstoffe kann durch Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in die Verbrennungszone eine Abkühlung der Flamme und eine bessere Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft erreicht werden. Dies führt zu einer Reduzierung der mittleren und der maximalen Temperatur in der Flamme, so daß die thermisch gebildete Stickoxidemission verringert wird. Grundvoraussetzung ist jedoch, daß der Verbrennungsabgasvolumenstrom gezielt in die Regionen der Flamme transportiert wird, in denen sehr hohe Temperaturen vorherrschen, da diese sogenannten "hot-spots" bedeutende Quellen der thermisch gebildeten Stickoxidemission sind. Das erfindungsgemäße Verfahren zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrahler der Verbrennungsluft führt zu einer optimalen Dosierung der Verbrennungsabgase, da ein unmittelbarer Transport der Abgase in die Bereiche der potentiellen "hot-spot"-Bildung erfolgt.

DE 197 38 055 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 98 802 014/687

3/24

DE 197 38 055 A1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft das Verfahren und die Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft eines Brenners für flüssige, gas- und/oder staubförmige Brennstoffe.

Bei Brennern für flüssige, gas- und/oder staubförmige Brennstoffe kann durch Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in die Verbrennungszone eine Abkühlung der Flamme und eine bessere Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft erreicht werden. Dies führt zu einer Reduzierung der mittleren und der maximalen Temperatur in der Flamme, so daß die thermisch gebildete Stickoxidemission verringert wird.

Die Verbrennungsabgase werden aufgrund der Injektorwirkung über Rezirkulationsöffnungen in die Flamme eingesaugt und mit dem Brennstoff und der Verbrennungsluft vermischt. Bei blaubrennenden Konzepten führt ein hoher Rezirkulationsmassenstrom im stationären Betrieb zu einer deutlichen Reduzierung der Stickoxidemission. Realisiert wird dies in der Praxis beispielsweise durch große Rezirkulationsöffnungen.

Aus der DE 39 30 569 A1 ist ein Brennerkopf bekannt, bei dem am stromaufliegenden Ende des Flammenrohres Eintrittsöffnungen vorgesehen sind, durch welche aufgrund der Injektorwirkung der Strömung Verbrennungsabgase aus der Umgebung in das Flammenrohr gesaugt werden. Die Eintrittsöffnungen sind in der Wand des Flammenrohres stromabseitig von der Flammenrohrrückwand angeordnet. Eine Beeinflussung der Rezirkulationsfläche ist nicht vorgesehen.

Der "Raketenbrenner" der Firma MAN benutzt zur Rezirkulation von Verbrennungsgasen ein Mischrohr, welches vor einer Blende positioniert ist aus der die Verbrennungsluft strömt und das an beiden Seiten eine Öffnung besitzt. Die rezirkulierten Verbrennungsgase werden bei diesem Brenner direkt aus dem Flammenrohr entnommen und haben demzufolge eine sehr hohe Temperatur.

Aus der Theorie der NO-Bildungsmechanismen ist bekannt, daß ab einem Temperaturbereich von etwa 1200°C bis 1300°C die sogenannte thermische NO-Bildung einsetzt. Aus diesem Grund ist es bei der Konzeption eines Blaubrenners von besonderer Bedeutung, die Ausbildung von Bereichen hoher Temperaturen zu vermeiden, um gezielt Einfluß auf die entstehende NO_x-Emission nehmen zu können.

Grundvoraussetzung zum effektiven Einsatz von rezirkulierenden Verbrennungsabgasen ist jedoch, daß der Verbrennungsabgasvolumenstrom gezielt in die Regionen der Flamme transportiert wird, in denen sehr hohe Temperaturen vorherrschen, da diese sogenannten "hot-spots" bedeutende Quellen der thermisch gebildeten Stickoxidemission sind. Hot-spots entstehen in der Regel aufgrund von Inhomogenitäten in der Brennstoff-Luft-Vermischung und sind daher oftmals im Bereich der Flammenwurzel zu detektieren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu entwickeln, die es ermöglicht, Verbrennungsabgase direkt in die Bereiche der potentiellen NO-Entstehung zu transportieren.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren/eine Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft eines Brenners für flüssige, gas- und/oder staubförmige Brennstoffe mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

2

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gegeben.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft liegt die Idee zugrunde, mittels eines erfindungsgemäßen Einsatzes in ein Flammenrohr die Verbrennungsabgase der Umgebung direkt mit der Verbrennungsluft, die aus der Lufterdöse/-blende eines Brenners austritt, zu vermischen.

Das Flammenrohr wird dazu so konzipiert, daß einerseits am stromaufliegenden Ende ein Boden eingebaut ist, der mindestens eine Öffnung besitzt, durch welche die Verbrennungsluft zusammen mit den Verbrennungsabgasen eintritt, und andererseits zwischen der Wand, an der die Lufterdöse/-blende befestigt ist und aus der die Verbrennungsluft aus der Lufterdöse/-blende tritt, und dem Boden des Flammenrohres mindestens eine freie Querschnittsfläche vorhanden ist, durch welche die Verbrennungsabgase zur Austrittsöffnung der Verbrennungsluft aus dem Brenner gelangen.

Eine vorteilhafte Möglichkeit der Formgebung des Bodens stellt die Variante dar, bei der die Strömungsform innerhalb der Flammenrohrrückwand mitberücksichtigt ist.

Das wesentliche Bauteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft ist ein Rohr, welches am stromauf liegenden Ende massedicht mit der Öffnung im stromauf liegenden Boden des Flammenrohres verbunden ist und im folgenden als LR-Rohr (Luft/Rezirkulations-Rohr) bezeichnet wird. Von besonderer Bedeutung ist die genaue Positionierung dieses LR-Rohres. Dabei ist zu beachten, daß sich das stromab liegende Ende des LR-Rohres dort befindet, wo die Grenze des Freistrahls des aus der Lufterdöse/-blende austretenden Luftstromes ist. Das heißt, daß primär zwei Möglichkeiten existieren, diesen Zustand zu erreichen:

1. Anpassung der LR-Rohr-Länge bis zum Erreichen der Freistrahlgrenze
2. Anpassung der Flächengröße des LR-Rohr-Austrittsquerschnitts an die Querschnittsfläche des Freistrahls

Kommt es zu deutlichen Abweichungen bei der Positionierung des stromab liegenden Endes des LR-Rohres werden wiederum zwei Fälle unterschieden:

- a) Geringe Abweichungen: Diese führen zunächst zu einer Reduzierung der Menge an rezirkulierten Verbrennungsabgasen
- b) Starke Abweichungen: Diese führen zu einer starken Reduzierung bis vollständigen Unterdrückung der Rezirkulation von Verbrennungsabgasen

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft gelingt es, sehr hohe Rezirkulationsvolumenströme über das LR-Rohr zu rezirkulieren. Ein Anwendungsfall für diese Erfindung könnte daher die Entwicklung eines schadstoffarmen Brenners mit Vormischtechnik sein.

Moderne Blaubrenner besitzen das Problem, daß die Rezirkulation großer Mengen an Abgas zu Teilverlöschungen und/oder dem Erlöschen der Flamme in der Startphase des Brenners führt. Das erfindungsgemäße Verfahren zur direkten Rezirkulation von Verbren-

DE 197 38 055 A1

3

nungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft bietet die Möglichkeit beispielsweise durch die Verschiebung des LR-Rohres einen Zustand einzustellen, in dem die Rezirkulation weitgehend unterdrückt wird.

Eine weitere vorteilhafte Verwendungsmöglichkeit dieses Verfahrens ist die Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in Bereiche mit einem höheren Druck. Besitzt beispielsweise das Flammenrohr am stromab liegenden Ende eine konische Einschnürung, die zu einem Anstieg des Druckes innerhalb des Flammenrohres führt, so kann trotz dieses Druckanstieges ein weiterhin hoher Verbrennungsabgas-Massenstrom rezirkuliert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 Schnittdarstellung eines Brenners mit Rezirkulation durch das LR-Rohr.

Der in Fig. 1 dargestellte Brenner basiert auf dem Konzept der Blaubrenner-Technologie und besteht im wesentlichen aus einer Brennstoffdüse (1), welche auf dem Düsenstock (2) befestigt ist, dem Luftleitrohr (3), in dem ein Drallgitter (4) montiert ist, welches der Verbrennungsluft auf dem Weg zur Luftdüse (5) einen Tangentialimpuls aufträgt, und dem Flammenrohr (6), welches mit der Flammenrohrrückwand (7) verbunden ist, in der das LR-Rohr angeordnet ist. Die Mischkammer, bestehend aus dem Flammenrohr (6), der Rückwand (7) und dem LR-Rohr ist in Fig. 1 axial verschiebbar dargestellt, was mittels des Schiebers (9) realisiert ist.

Über die freie Querschnittsfläche (10) kann Verbrennungsabgas (11) über die Freistrahlgrenze (12) in den Verbrennungsluftvolumenstrom hineingesogen werden. Aufgrund der Verdrehung der Verbrennungsluft durch das Drallgitter (4) kommt es zur Ausprägung eines Rückströmgebietes (13) auf der Strahlachse, in dem die Stabilisierung der Flamme erfolgt. Aufgrund der direkten Einbringung der Verbrennungsabgase (11) in den Bereich der Stabilisierung (13) kann das Auftreten von Temperaturspitzen weitgehend vermieden werden.

Patentansprüche

1. Verfahren und Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft eines Brenners für flüssige, gas- und/oder staubförmige Brennstoffe, der zur Stabilisierung der Flamme mit einem Flammenrohr (6) versehen ist, das optional mit mindestens einer Rezirkulationsöffnung (14) versehen ist und in welches die Verbrennungsluft/der Oxidator nach dem optionalen Durchströmen eines Drallerzeugers (4) durch eine Luftdüse/-blende (5) einströmt, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Luft-/Rezirkulationsrohres (8), welches an der stromab liegenden Öffnung eine freie Querschnittsfläche besitzt, die derart ausgebildet ist, daß der Freistrah, der aus der Luftdüse/-blende (5) tritt an seiner Grenze (12) optional tangiert wird, Verbrennungsabgase der Umgebung (11) über mindestens eine freie Querschnittsfläche (10) variabler Größe, die durch die axiale Lage der Bauteile "Flammenrohrrückwand" (7) und "Trennwand" (15) fixiert ist, in den Freistrah der Verbrennungsluft gesogen werden.

2. Verfahren und Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Luft-/Rezirkulationsrohr (8) axial verschiebbar ist und durch die

4

Flammenrohrrückwand geführt wird.

3. Verfahren und Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Luft-/Rezirkulationsrohr (8) kegelförmig ausgebildet ist, wobei der stromab liegende Querschnitt größer ist als der stromauf liegende Querschnitt.

4. Verfahren und Vorrichtung zur direkten Rezirkulation von Verbrennungsabgasen in den Freistrah der Verbrennungsluft nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flammenrohrrückwand (7) der Strömungsform angepaßt wird und somit eine gerundete Form erhält.

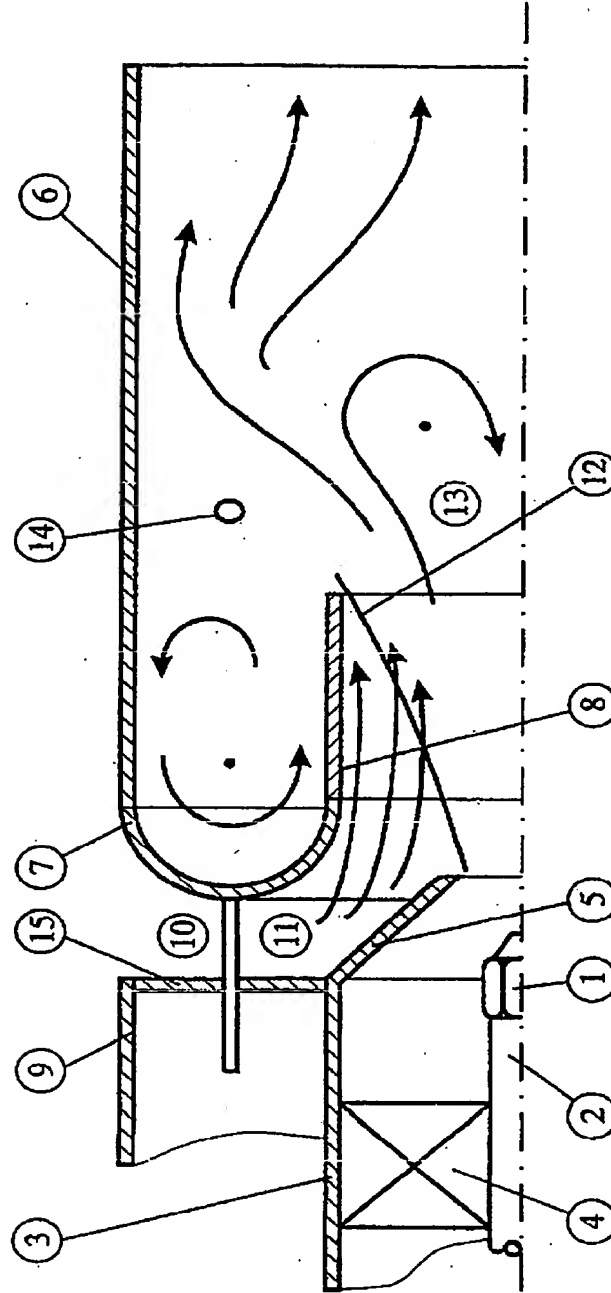
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.⁶:
Offenlegungstag:

DE 197 38 055 A1
F 23 D 17/00
2. April 1998

Figur 1: Schnittdarstellung eines Brenners mit Rezirkulation durch das LR-Rohr.



802 014/687
802 014/687